

PLANNING AND CONTROL OF CIVIL ENGINEERING PROJECTS IN PERU: CURRENT STATE AND PROPOSALS OF IMPROVEMENT

Carbajal, Paola M. ¹; Pellicer, Eugenio ¹; Santos-Fonseca, Salazar ¹; Torres-Machí, Cristina ¹; Ballesteros-Pérez, Pablo ²

¹ Universitat Politècnica de València, ² University of Reading

Planning and control are the basic functions of project management, in the construction industry too. Peru is growing at a fast pace during the last decade; this fact is also reflected in planned and built infrastructures. This paper analyzes the use and implementation of planning and control techniques and methods in that country, as well as the difficulties for the right implementation of these functions in civil engineering projects; it also explores the use of alternative techniques and methods based on lean construction. All this is carried out through an in-depth literature review. From this analysis, selected variables allow formulating the answers of the questionnaire. Fieldwork comprises the procurement of responses from professionals involved in design, construction and management of infrastructures. Data analysis and discussion of results lead to proposals that improve construction management in the Peruvian context.

Keywords: Control; Construction; Planning, Peru; Techniques

PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL EN PERÚ: ESTADO ACTUAL Y PROPUESTAS DE MEJORA

La planificación y el control son las funciones básicas de la gestión de proyectos, también en el sector de la construcción. Perú está creciendo en la última década a un ritmo muy alto; esto también se refleja en las infraestructuras proyectadas y construidas. El presente artículo analiza el uso e implantación de las diferentes técnicas y métodos de planificación y control en ese país, así como las dificultades para una adecuada implementación de estas funciones en las obras de ingeniería civil; también explora la utilización de técnicas y métodos alternativos basados en la construcción sin pérdidas. Todo ello se lleva a cabo mediante una revisión profunda del estado del arte. De este análisis se extraen las variables que sirven para formular las preguntas de la encuesta. El trabajo de campo consiste en obtener las respuestas de los profesionales involucrados en el diseño, construcción y gestión de infraestructuras. El análisis de los datos y la discusión de los resultados permiten elaborar propuestas que mejoren la gestión de la construcción en el contexto peruano.

Palabras clave: Control; Construcción; Planificación, Perú; Técnicas

1. Introducción

La gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del proyecto (PMI, 2013). Utilizando una definición más adaptada al sector de la construcción, puede decirse que gestión es el proceso de coordinación e integración de las actividades del proyecto de modo que se desarrollen de forma eficiente y eficaz utilizando recursos escasos. Según el *Project Management Institute* (PMI, 2013), los procesos de gestión de proyectos se resumen en cinco grupos: iniciación, planificación, ejecución, control y cierre. La planificación y el control están intrínsecamente relacionados, dado que no tiene sentido el control si no hay una planificación previa y viceversa (Pellicer et al., 2014); por ejemplo, los procesos de planificación y control son necesarios en todas las áreas de conocimiento definidas en el *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) (PMI, 2013).

Las empresas del sector de la construcción gestionan y producen por medio de proyectos (Pellicer et al., 2014); en este caso “proyecto” se utiliza como término general, que puede particularizarse a “obra” cuando se trata de la ejecución del proyecto (fase de construcción de la infraestructura) (Pellicer et al., 2012). Una gestión adecuada de proyectos y obras en el sector de la construcción es fundamental para cumplir con los condicionantes de coste, plazo y calidad; la planificación y el control son los procesos básicos para tener éxito (Pellicer et al., 2014). Esta planificación y control se puede enfocar desde diferentes puntos de vista, tal y como destaca el PMI (2013) planteando sus diez áreas de conocimiento; no obstante, los aspectos relacionados con tiempos y costes suelen ser especialmente críticos en la construcción (Pellicer et al., 2014).

En el caso particular del sector de la construcción peruano, al contrario de lo que ha estado sucediendo en España, ha crecido continuamente en los últimos diez años, fundamentalmente debido a los ingresos económicos de las familias, las mayores inversiones públicas y privadas, y la mejora de las condiciones de financiación para la adquisición de viviendas. El crecimiento en el año 2015 ronda el 6% (MRE, 2015). Este crecimiento está centrado fundamentalmente en las obras de infraestructura vial y en edificación residencial (ProInversión, 2015).

Considerando el contexto descrito, se plantea como objetivo identificar los problemas existentes en los procesos de planificación y control temporal en el sector de la construcción peruano. Se opta por centrarse en el área temporal únicamente de los procesos de planificación y control, debido a la amplitud del tema. A efectos prácticos los términos “planificación temporal” y “programación” se utilizarán indistintamente. Esta investigación se ha desarrollado en dos fases. En la primera fase, teórica y metodológica, se analizaron las contribuciones más significativas en el ámbito de la planificación y el control temporal de obras, con la finalidad de identificar las variables críticas. La segunda fase corresponde a la validación empírica y analítica que se lleva a cabo mediante una encuesta dirigida a los profesionales del sector de la construcción peruano que han participado en procesos de planificación y control temporal; el análisis de los datos se basa en la caracterización de la muestra, la estadística descriptiva y en el análisis factorial exploratorio. Para ello, el artículo se organiza del siguiente modo; en primer lugar, se explica el diseño de la encuesta, justificando las variables utilizadas a partir de la literatura existente. El siguiente paso se expone el análisis estadístico realizado y los resultados obtenidos. Finalmente, se discuten estos resultados aportando las contribuciones más significativas de la investigación.

2. Diseño de la investigación

Tal y como se comenta en la Introducción, la encuesta pretende averiguar los problemas existentes en los procesos de planificación y control temporal en el sector de la construcción peruano. El primer paso es identificar y definir las variables a tener en cuenta en la encuesta. La búsqueda bibliográfica permitió identificar artículos e investigaciones que habían desarrollado temas relacionados con la planificación y control temporal de obras. En estos documentos se identificaron las variables que permitieron estructurar y desarrollar la encuesta; de este modo, las preguntas de la encuesta están debidamente referenciadas y relacionadas con la literatura existente.

Se formularon 21 preguntas, que se agruparon en cuatro constructos iniciales: (1) gestión; (2) planificación temporal; (3) control temporal; y (4) nuevas filosofías y tecnologías. Las preguntas, agrupadas por constructos, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables y enunciados de la encuesta y referencias clave, agrupadas por constructos

Variable	Tipo	Enunciado	Referencias
CONSTRUCTO 1: GESTIÓN			
Objetivos del Proyecto	I	¿Los objetivos y metas de obra se manifiestan a priori de una manera clara y precisa? (P_5)	Laufer & Tucker, 1987; Howell, 1994; PMI, 2013
Requerimientos del Cliente	I	¿Se prepara y presenta una programación de actividades al cliente para su comprobación y aceptación (P_6)	Laufer & Tucker, 1987; PMI, 2013; Braimah, 2014
Planificación del Contrato Adecuada para la Obra	I	¿El cronograma que figura en contrato es el que realmente se utiliza para la planificación y seguimiento de la obra? (P_7)	Olawale & Sun, 2014
Motivación	N	¿Cuáles son las razones por las que se elabora una programación y control de obra? (P_9)	González et al., 2010; Olawale & Sun, 2014
Problemas Identificados	N	¿Cuáles son los principales problemas que se presentan durante la ejecución de la obra? (P_21)	Laufer et al. 1994; Li et al., 2006
CONSTRUCTO 2: PLANIFICACIÓN TEMPORAL			
Programación Adecuada para la Construcción	I	¿La planificación que figura en contrato es suficiente para la ejecución de la obra? (P_8)	Laufer et al. 1994; Li et al., 2006; Olawale & Sun, 2014
Estimación de la Duración	N	¿Cómo realiza la estimación de la duración de las actividades? (P_10)	Laufer et al. 1994; Li et al., 2006; Olawale & Sun, 2014
Técnicas de Planificación Temporal	N	¿Cuál es la técnica, método o herramientas que más utiliza para elaborar una programación de obra? (P_11)	González et al., 2010; Zenen & Hartmann, 2010
Justificación de la Herramienta	N	¿Cuál es el motivo por el que utiliza esa herramienta, método o técnica para elaborar una programación? (P_12)	González et al., 2010; Zanen & Hartmann, 2010
Uso de "Software"	N	¿Cuál es el "software" que utiliza habitualmente para elaborar programación de obra? (P_13)	Laufer et al. 1994; Winch & Kelsey, 2004; Li et al., 2006
Frecuencia de Utilización	N	¿Con qué frecuencia actualiza la programación de obra? (P_14)	Olawale & Sun, 2014
CONSTRUCTO 3: CONTROL TEMPORAL			
Importancia Mayor del Control de Costes	I	¿Durante la ejecución de obra se realiza más un control de costes que de plazos? (P_15)	Olawale & Sun, 2014

Variable	Tipo	Enunciado	Referencias
Comprobación de la Planificación	I	¿Realiza algún proceso que le permita verificar que la ejecución de obra se realiza según lo previsto en la planificación? (P_16.1)	Olawale & Sun, 2014
Informes	I	¿Utiliza algún tipo de formato en el que agrupe la información obtenida durante el proceso de control? (P_16.2)	Olawale & Sun, 2014
Análisis de la Información	I	¿Realiza algún tipo de análisis de la información obtenida que le permita tomar medidas correctivas a tiempo? (P_16.3)	Olawale & Sun, 2014
Técnica de Control	N	¿Qué técnica utiliza para controlar el avance de la obra? (P_17)	González et al., 2010; Olawale & Sun, 2014
Frecuencia de Control	N	¿Con qué frecuencia realiza el control del avance de obra? (P_18)	González et al., 2010; Olawale & Sun, 2014
Retroalimentación	I	¿Realiza una retroalimentación del cronograma con los cambios surgidos durante la ejecución? (P_19)	Rodríguez et al., 2011; Pellicer et al., 2014
CONSTRUCTO 4: NUEVAS FILOSOFÍAS Y TECNOLOGÍAS			
Participación de los Ejecutores Finales	I	¿Cuándo elabora la programación considera la opinión del ejecutor final (subcontratista, proveedor, encargado, capataz, etc.)? (P_22)	Koskela, 1992; Botero y Álvarez, 2005; Rodríguez et al., 2011
Retroalimentación a los Ejecutores Finales	I	¿Considera que existe una retroalimentación de los resultados del control periódico hacia estos ejecutores finales?(P_23)	Koskela, 1992; Botero y Álvarez, 2005; Rodríguez et al., 2011
Uso de BIM/4D	I	¿Elabora algún tipo de programa en el que integre la construcción geométrica virtual (3D) con otro tipo de información (materiales, procesos, plazo o costes)? (P_24)	Sacks et al., 2010; Azhar, 2011; Sacks & Pikas, 2013

Nota: **N**, variable Nominal; **I**, variable de Intervalo

El cuestionario de la encuesta se divide en cuatro partes:

1. Breve explicación de la investigación.
2. Caracterización del encuestado: estudios, experiencia laboral, cargo y sub-sector.
3. Preguntas de la investigación: 21 preguntas, descritas en la Tabla 1. Teniendo en cuenta su escala de medida, las variables son de dos tipos: nominales (N) y de intervalo (I). Las variables nominales se utilizan para constatar realidades y acciones que suceden en el entorno (se consideraron nueve preguntas de este tipo). Para las variables de intervalo la escala de medida utilizada es una Likert de cinco puntos, donde las cinco alternativas de respuesta se encuentran vinculadas a los correspondientes valores numéricos.
4. Comentarios que realicen los encuestados con respecto a la encuesta.

La encuesta se elabora con un formato “en línea”, mediante la aplicación Formularios de Google, generándose un enlace para su posterior envío por correo electrónico o para su publicación en las redes sociales o diferentes soportes informáticos. Se trata de una encuesta que se puede contestar fácilmente sin sobrepasar los quince minutos.

Se realizó una prueba piloto a 18 profesionales con experiencia en procesos de planificación y control. Esto permitió clarificar algunos enunciados y subsanar las deficiencias habituales en este tipo de investigaciones. A continuación se procedió a la difusión de la misma.

En cuanto al tipo de muestreo, en una primera fase es aleatorio o probabilístico: grupos de profesionales peruanos a través de las redes sociales *Facebook* y *LinkedIn*, así como del Colegio de Ingenieros del Perú. La segunda parte es un muestreo no probabilístico, de conveniencia o de “bola de nieve”, no siendo aleatorio porque se realiza el envío a otros profesionales que se conocía previamente y estos al mismo tiempo lo han hecho llegar a conocidos suyos del mismo sector.

La población objeto de encuesta está compuesta por profesionales peruanos del sector de la construcción, que en algún momento han llevado a cabo planificación y control de obras. Debido a la existencia de profesionales colegiados y no colegiados, se considera que la población es infinita a efectos de representatividad estadística. Por ello, la expresión que relaciona el tamaño de la muestra con el error estadístico es (Field, 2009):

$$n = z^2pq / e^2$$

El número de respuestas (tamaño de la muestra, n) obtenidas en esta investigación ha sido de 158. Esta muestra es estadísticamente representativa para un nivel de confianza del 95% ($p=q=0,5$; $z=1,96$) y un margen de error (e) del 7,80%. La fiabilidad de la encuesta se calcula mediante el Alfa de Cronbach, el cual permite medir su consistencia interna, obteniendo un valor de 0,802; Este valor puede considerarse como bueno (Field, 2009). Para el cálculo del Alfa de Cronbach se utilizaron únicamente las variables de intervalo. Todos los cálculos estadísticos se han llevado a cabo mediante la aplicación SPSS versión 23.

3. Análisis de resultados

3.1. Caracterización de la muestra

Una vez obtenidos los datos se procede a su depuración y posterior análisis. Los encuestados pueden caracterizarse mediante cuatro variables básicas: estudios, experiencia laboral, cargo y sub-sector. La mayoría de estos encuestados son ingenieros civiles (85%) y arquitectos (8%); los restantes encuestados son ingenieros industriales o de otra especialización. La Tabla 2 muestra la experiencia laboral de los encuestados en años.

Tabla 2. Experiencia laboral de los encuestados

EXPERIENCIA LABORAL	PORCENTAJE
Menor de 5 año	41.8%
Entre 6 y 10 años	44.9%
Entre 11 y 15 años	7.6%
Entre 16 y 20 años	3.8%
Más de 21 años	1.9%

Respecto al sub-sector, el 58% es el porcentaje más alto que corresponde a profesionales que se desempeñan en el sub-sector de la edificación, seguido de las obras viales (18%). Con respecto a la labor que desempeñan en el ámbito de la construcción, el porcentaje más representativo corresponde al jefe de producción, con un 35%, seguido de un 21 y 20% para el jefe de la oficina de control de obra y para el ingeniero asistente de control, respectivamente.

3.2. Análisis estadístico descriptivo

Los valores de la media y la desviación típica de cada una de las variables de intervalo se representan en la Tabla 3. Las variables con las que están más de acuerdo los encuestados

son: requerimientos del cliente (P_6); análisis de la información (P_16.3); comprobación de la planificación (P_16.1); e informes (P_16.2). Las variables con las que están más en desacuerdo los encuestados son: uso de BIM/4D (P_24); programación adecuada para la construcción (P_8); planificación del contrato adecuada para la obra (P_7); e importancia mayor del control de costes (P_15).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables de intervalo

Variable	Media	Desviación Típica
P_5	3,77	1,199
P_6	4,25	0,886
P_7	2,91	1,191
P_8	2,22	1,013
P_15	3,41	1,017
P_16.1	3,81	1,029
P_16.2	3,82	0,974
P_16.3	3,86	0,967
P_19	3,69	1,021
P_22	3,76	0,718
P_23	3,76	0,980
P_24	3,51	0,969

En cuanto a las variables nominales, se obtuvieron los resultados que se indican a continuación, para las más representativas, indicando su frecuencia relativa:

- Razones por las que se elabora una programación y control de obra (P_9):
 - ✓ Cumplir con la ejecución de obra en la fecha contractual: 22.7%
 - ✓ Concluir la ejecución de obra dentro del presupuesto contractual: 16.7%
 - ✓ Ejecutar la obra de forma que los recursos estén organizados y a tiempo: 23.5%
 - ✓ Elaborar un plan de contingencia frente a problemas no identificados: 10.3%
 - ✓ Evitar la ejecución de trabajos no productivos y mejorar la productividad: 14.6%
 - ✓ Cumplir con otras condiciones contractuales requeridas por el cliente: 11.5%
 - ✓ Otros 0.6%
- Estimación de la duración de las actividades (P_10):
 - ✓ Experiencia: 33.0%
 - ✓ Base de datos histórica: 18.8%
 - ✓ Cálculo de rendimientos: 41.3%
 - ✓ Estimación de tres valores (óptimo, pésimo y medio): 6.6%
 - ✓ Otros: 0.3%
- Técnicas, herramientas o métodos utilizados para elaborar la programación (P_11):
 - ✓ Diagrama de barras o Gantt: 75.9%
 - ✓ Diagrama de redes: 7.0%
 - ✓ Técnica de programación por hitos: 4.4%
 - ✓ Diagrama espacio – tiempo (línea de balance): 5.1%
 - ✓ Método del valor ganado (EVM): 5.1%
 - ✓ Otro 2.5
- “Software” para elaborar la programación (P_13):
 - ✓ Microsoft Project: 64.6%
 - ✓ Primavera: 10.1%
 - ✓ Excel: 22.2%
 - ✓ Planner Project: 0.6%
 - ✓ Power Project: 1.9%
 - ✓ Otros: 0.6%
- Frecuencia con que realizar el control temporal de la obra (P_18):

- ✓ Diariamente: 20.3%
- ✓ Semanalmente: 48.1%
- ✓ Quincenalmente: 18.4%
- ✓ Mensualmente: 12.0%
- ✓ Nunca: 1.3%
- ✓ Otro: 10.1%
- Principales problema identificados durante la ejecución de la obra (P_21):
 - ✓ Planos/especificaciones, técnicas/documentos incompletos: 12.00%
 - ✓ Inadecuada planificación inicial del proyecto: 10.00%
 - ✓ Falta de comunicación y coordinación entre las partes: 7.30%
 - ✓ Mala gestión de los recursos en obra: 6.80%
 - ✓ Obtención/autorización de permisos: 6.50%
 - ✓ Tiempo de espera para aprobación de materiales: 5.40%
 - ✓ Sobrestimación de la productividad: 5.40%
 - ✓ Preparación y aprobación de planos: 5.00%
 - ✓ Excesiva burocracia y falta de cooperación por parte del promotor: 4.60%
 - ✓ Demora en la toma de decisiones por parte del promotor: 4.35%

3.3. Análisis factorial exploratorio

Se lleva a cabo un análisis factorial exploratorio por el método de componentes principales, con el objetivo de encontrar cuales son los constructos reales y compararlos con los anteriormente formulados. El análisis factorial exploratorio se realiza, en primera instancia, con las 12 variables de intervalo consideradas en la Tabla 1. Como paso inicial hay que comprobar la comunalidad de cada una de estas variables; la comunalidad, es la parte de la variabilidad de cada variable original explicada por factores comunes (Field, 2009). Se debe de tener en cuenta que, los valores de extracción cercanos a la unidad explicarán de manera adecuada las variables; por el contrario, valores menores a 0,5, no permiten una explicación adecuada de la solución final. La variables P_16.2, P_16.3 y P_16.1, con valores de 0,848, 0,846 y 0,809, son las que mejor explican el modelo. Sin embargo, las variables P_6, P_15 y P_22, con valores menores a 0,500, no explican adecuadamente el modelo. Es por ello que se decide no tenerlas en cuenta en el subsiguiente análisis factorial.

A continuación se llevan a cabo las pruebas de evaluación, las cuales nos indican si se puede o no proceder con el análisis factorial para el conjunto de estas nueve variables de intervalo. Estas pruebas son el test Kaiser, Meyer y Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. El test KMO, relaciona los coeficientes de correlación observados entre las variables, cuando más cercano a 1 sea el resultado de este test, se demuestra que existe una correlación más alta entre las variables. En el caso de estudio, el valor obtenido es de 0,740 que se considera como un valor bueno (Field, 2009). La Tabla 4 muestra los resultados.

Tabla 4. Pruebas de KMO y Barlett

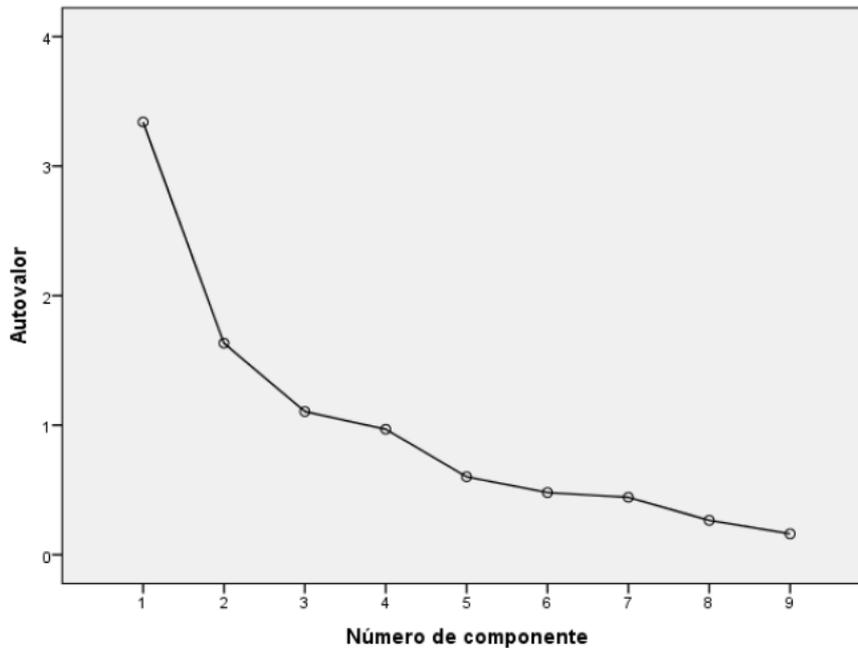
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,740
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	526.922
	GI	36
	Sig.	0,000

Por otra parte, la prueba de esfericidad se utiliza para probar la hipótesis nula de que las variables no están correlacionadas entre sí, es decir que la matriz de correlaciones es la identidad. Al rechazar esta hipótesis se demuestra que existe cierta correlación entre las variables y se puede continuar con el análisis. En esta prueba si Sig. (p-valor) <0,05 se

puede aplicar el análisis factorial y si Sig. (p-valor) >0,05 no se puede aplicar el análisis factorial (Field, 2009). En este caso, el p-valor es 0,00, por lo que se demuestra que existe correlación entre las variables y se puede proceder con el análisis de componentes principales. La Tabla 4 resume los resultados.

Respecto al número de componentes a obtener, el gráfico de sedimentación que se incluye como Figura 1 marca el principal punto de inflexión en el tercer componente (Field, 2009). Es por ello que se consideran únicamente los tres primeros componentes principales (o constructos finales de la investigación).

Figura 1. Gráfico de sedimentación



En la Tabla 5 se muestra el porcentaje de varianza explicada de cada uno de los tres componentes principales extraídos. Su suma comprende el 67,55% de la variabilidad de las nueve variables consideradas. Del total, el primer componente explica el 37,12%, el segundo explica el 55,26%, y el tercero explica el 67,55%.

Tabla 5. Varianza total explicada

Nº	Autovalores iniciales			Suma de extracción de cargas al cuadrado			Suma de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% Varianza	% Acumulado	Total	% Varianza	% Acumulado	Total	% Varianza	% Acumulado
1	3,341	37,117	37,117	3,341	37,117	37,117	2,994	33,272	33,272
2	1,633	18,147	55,264	1,633	18,147	55,264	1,699	18,876	52,148
3	1,106	12,286	67,550	1,106	12,286	67,550	1,386	15,402	67,550
4	0,969	10,764	78,314						
5	0,602	6,687	85,001						
6	0,480	5,330	90,332						
7	0,443	4,926	95,257						
8	0,265	2,948	98,205						
9	0,162	1,795	100,000						

Para su obtención se ha utilizado el método de rotación Varimax, con normalización Kaiser; la rotación converge en 5 iteraciones. Como parte del procedimiento se suprimen los valores absolutos menores a 0,400 para descartar las variables que no tengan significación (Field,

2009). En la Tabla 6 se presentan los valores de las variables y su agrupación en los tres componentes principales. Tras la Tabla 6, se explican con más detalle estos componentes.

Tabla 6. Matriz de componentes principales rotados

VARIABLE	COMPONENTE		
	1	2	3
¿Realiza algún tipo de análisis de la información obtenida que le permita tomar medidas correctivas a tiempo? (P_16.3)	0,904		
¿Utiliza algún tipo de formato en el que agrupe la información obtenida durante el proceso de control? (P_16.2)	0,886		
¿Realiza algún proceso que le permita verificar que la ejecución de obra se realiza según lo previsto en la planificación? (P_16.1)	0,866		
¿Realiza una retroalimentación del cronograma con los cambios surgidos durante la ejecución? (P_19)	0,614		
¿La planificación que figura en contrato es suficiente para la ejecución de la obra? (P_8)		0,827	
¿El cronograma que figura en contrato es el que realmente se utiliza para la planificación y seguimiento de la obra? (P_7)		0,816	
¿Elabora algún tipo de programa en el que integre la construcción geométrica virtual (3D) con otro tipo de información (materiales, procesos, plazo o costes)? (P_24)		0,550	
¿Los objetivos y metas de obra se manifiestan a priori de una manera clara y precisa? (P_5)			0,847
¿Considera que existe una retroalimentación de los resultados del control periódico hacia estos ejecutores finales?(P_23)			0,608

Inicialmente se concibieron cuatro componentes o constructos, que finalmente fueron reducidos a tres componentes principales, en los que se agrupan las variables de forma que pueda explicar adecuadamente el modelo. En consecuencia, los constructos asumidos inicialmente se redefinen en función de los componentes principales extraídos. Su conformación, es la siguiente. En el primer constructo se agrupan las variables P_16.2, P_16.3 y P_16.1, que son las que presentan mayor relación con este primer componente; inicialmente, estas variables pertenecían al tercer componente denominado control, por lo que mantendremos esta denominación inicial. En el segundo constructo, se agrupan las variables P_8, P_7 y P_24; inicialmente la variable P_8, perteneció al componente denominado como planificación, por lo que mantendremos el mismo nombre; asimismo, las variables P_7 y P_24 tienen relación con esta categoría. El tercer constructo, concentra a las variables P_5 (Objetivos del Proyecto) y P_23 (Retroalimentación a los Ejecutores Finales), las que buscan una relación entre los objetivos y el resultado del proyecto, que es como se le denomina finalmente.

4. Discusión

Tener metas y objetivos claros y precisos se considera como uno de los factores críticos de éxito de una obra. En la práctica, durante la etapa de planificación, por lo general, se tiende a tener múltiples e inconsistentes objetivos. A partir de los resultados obtenidos de la encuesta, podemos decir que, en el entorno de la construcción peruana, existen diferencias de opinión acerca de la precisión y claridad con la que las metas y objetivos de los proyectos se presentan a los equipos de construcción (tanto planificación como ejecución), previos al inicio de trabajos de construcción. Esto puede interpretarse como uno de los problemas de la construcción en Perú, y puede considerarse como parte de los factores que inhiben el éxito de muchas obras.

En el entorno de la construcción peruano, los profesionales del sector a menudo suelen elaborar una programación de obra (programa maestro) para la aceptación por parte del cliente. Esto indica que, desde la etapa inicial, el cliente suele estar implicado en la ejecución del proyecto, lo cual es un beneficio para la resolución de problemas de manera rápida y oportuna. Según Olawale y Sun (2010), el equipo de construcción (planificación y construcción) suele preparar un cronograma más ambicioso que el que figura en el contrato. De los resultados obtenidos de la encuesta, puede concluirse que el entorno de la construcción peruano, no es ajeno a esta realidad. Sin embargo, esto puede presentar tanto beneficios como dificultades; beneficios, en el sentido de que se podrían ejecutar proyectos de construcción, más cortos en cuanto a plazo y con menos costes; dificultades, en el sentido de que por alcanzar objetivos más ambiciosos, la calidad del producto pueda verse perjudicada, lo que puede interpretarse, en la ejecución de re-trabajos, sobrecostes e incrementos de plazo.

Dentro de las principales razones por las cuales se considera importante elaborar una programación y control de obra, los encuestados indicaron que las tres razones principales, son: ejecutar la obra de forma que los recursos (materiales, RR.HH. y maquinaria) estén organizados, cumplir con la ejecución de obra en la fecha contractual y concluir con la ejecución de obra dentro del presupuesto. Esto se puede interpretar como, el cumplimiento de la esencia de la planificación: la formulación de estrategias para la ejecución de una cantidad de trabajo, dentro de un plazo y coste predeterminados y bajo normas de calidad.

Acercas de la forma de estimación de las duraciones de las actividades del proyecto, a menudo dichas estimaciones se realizan por medio de cálculos (de rendimiento) y el uso de la experiencia. La literatura indica (Li et al., 2006; Olawale & Sun, 2014) que las duraciones de las actividades suelen estar basadas en suposiciones muchas veces inexactas y sólo de vez en cuando se hacen bajo un análisis riguroso de la información. El entorno de la construcción en Perú no es ajeno a este hecho, y aún suele usarse este tipo de estimaciones para las duraciones de las actividades.

Estudios previos (González et al., 2010; Zanen & Hartmann, 2010) resaltan que la mayoría de empresas y profesionales del sector de la construcción aún prefieren el diagrama de barras o Gantt para la elaboración de sus programaciones de obra; esto se confirma con la realidad del entorno en Perú, que, según los resultados obtenidos de la encuesta, se tiene esta herramienta como favorita para la elaboración de las programaciones. Este hecho, además, nos puede llevar a deducir que no se ha tenido mayor progreso en la innovación de procedimientos para la elaboración de la programación. Para profundizar un poco más en el punto anterior, se solicitó a los encuestados que justificaran esta preferencia; la gran mayoría de los encuestados, indicó que utilizaban el diagrama de barras por su fácil lectura que permitía una comparación de costes y plazos y además permitía una mejor visualización de la secuencia de actividades y de la ruta crítica. Sin embargo, el uso generalizado de este tipo de procedimientos en el caso de proyectos de alta complejidad puede crear problemas de visualización de relaciones entre actividades, y de las actividades en sí, lo que además en proyectos grandes y complejos, la presentación de Gantt genera fatiga visual, llevando a los ejecutores a desestimar este tipo de herramientas.

Acercas de la preferencia de software para elaborar la programación de obra, los resultados indicaron que la de mayor elección fue Microsoft Project. El motivo es que Microsoft Project suele ser un programa relativamente menos costoso y de fácil manejo, además, que su uso suele estar más estandarizado entre los profesionales del entorno de la construcción peruano.

Con respecto al tema a la mayor importancia del control de costes frente al control de plazo, la literatura indica que, la mayoría de profesionales de la construcción aplican técnicas de control de proyectos, sin embargo, se tiende a realizar más un control de costes que de

plazo (Pellicer et al., 2014). Por los resultados obtenidos, podríamos concluir que este hecho no se cumpliría en el entorno de la construcción en Perú, donde se prioriza el plazo, según los resultados de la encuesta.

En cuanto a las tareas (planificación, monitoreo o seguimiento, informes y análisis) que implica el proceso de control; podemos concluir que, en el entorno de la construcción en Perú, el proceso de control es realizado de manera sistemática, pasando por las diversas tareas del control. La frecuencia de aplicación del control de avance de obra suele ser semanal. Se cumple con el concepto generalizado de que el control es la principal preocupación, más que el uso adecuado de la planificación. Esto también se refleja en el análisis factorial, donde la componente relativa al control explica más que la correspondiente a la planificación.

Con respecto al uso de tecnologías como el BIM, podemos concluir que, en el entorno de la construcción peruana, aún no se están implementando en los procesos de planificación y control en la construcción. Esto puede deberse a que, de acuerdo a la literatura, el BIM aún no cuenta con instrucciones estándar que permitan un mejor conocimiento de sus usos y aplicaciones; por una parte, no cuenta con “software” que integren los procesos de un modo estandarizado; por otra parte, la resistencia al cambio de los procedimientos tradicionales a procedimientos más innovadores, se puede deber al temor de una pérdida de control durante el proceso de construcción por parte de la empresa constructora.

5. Conclusiones

El estudio permitió identificar los principales problemas presentes en la programación y control de obra en Perú, tales como la falta de claridad en las metas y objetivos previos al inicio de los trabajos de ejecución de la obra. La estimación de las duraciones de las actividades del proyecto se elaboran en base a cálculos y experiencia personales; es decir, bajo suposiciones muchas veces inexactas. La elaboración de programaciones de obra, aún se tiende a realizar mediante el diagrama de barras o Gantt que es una herramienta, aunque popular, excesivamente simple para algunos proyectos. No se cuenta aún con la idea generalizada de implementación y uso en los procesos de planificación y control, o de tecnologías innovadoras, tales como el sistema del último planificador o el BIM.

Como ya se ha comentado previamente, existe una mayor preocupación por el control que por la planificación, tal y como queda patente en el análisis factorial, así como en algunas preguntas específicas ya analizadas. En la exploración realizada se han obtenido las tres macro-variables que explican mejor el tema planificación y control temporal de obras en Perú, las cuales se han clasificado en tres categorías: control, planificación y relación entre objetivos y resultados. La mejor interpretación la proporciona el control (un 37% del 68% de la varianza explicada). Puede deducirse que importa más el proceso de seguimiento de los objetivos principales del proyecto de construcción, que la propia definición clara y concreta de estos objetivos, los cuales se deberían identificar previamente en la etapa de planificación.

6. Referencias

- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252.
- Botero, L. F., & Álvarez, M. E. (2005). Last Planner: un avance en la planificación y control de proyectos de construcción. Estudio del caso de la ciudad de Medellín. *Ingeniería y Desarrollo*, 17, 148-159.

- Braimah, N. (2014). Understanding construction delay analysis and the role of preconstruction programming. *Journal of Management in Engineering*, 30(5), 04014023.
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics using SPSS* (3^a ed.). Londres: SAGE.
- González, J. A., Solís, R., & Alcuía, C. (2010). Diagnostico sobre la planeación y control de proyectos en las PYMES de construcción. *Revista de la Construcción*, 9(1), 17-25.
- Howell, G. A., Laufer, A., & Ballard, G. (1993). Uncertainty and project objectives. *Project Appraisal Journal*, 8(1) 37-43.
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Stanford: Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University.
- Laufer, A., & Tucker, R. L. (1987). Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. *Construction Management and Economics*, 243-266.
- Laufer, A., Tucker, R., Shapira, A., & Shenhar, A. (1994). The multiplicity concept in construction project planning. *Construction Management and Economics*, 12(1), 53-65.
- Li, B., Austin, S. A., & Thorpe, T. (2006). Management and planning of a collaborative construction planning process. *Proceedings of International Conference on Asia-European Sustainable Urban Development*. Chongqing (China), 4-6 Abril.
- MRE (2015). *Guía de Negocios e Inversión en el Perú*. Lima: Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE).
- Olawale, Y., & Sun, M. (2014). Construction project control in the UK: Current practice, existing problems and recommendations for future improvement. *International Journal of Project Management*, 33(3), 623-637.
- Pellicer, E., Al-Shubbak, A., & Catalá, J. (2012). Hacia una visión sistémica del ciclo de vida de la infraestructura. *Revista de Obras Públicas*, 3532, 41-48.
- Pellicer, E., Yepes, V., Teixeira, J.C., Moura, H., Catalá, J.(2014). *Construction Management*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- PMI (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge – PMBoK* (5th ed.). Newton Square: Project Management Institute.
- ProInversión (2015). *El Perú en un Instante: Resultados Macroeconómicos*. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas - Agencia de Promoción de la Inversión Privada (ProInversión).
- Rodríguez, A.D., Alarcón, L.F., & Pellicer, E. (2011). La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador. *Revista de Obras Públicas*, 3518, 35-44.
- Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. A., & Owen, R. (2010). Interaction of lean and building information modeling in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 968-980.
- Sacks, R., & Pikas, E. (2013). Building information modeling education for construction engineering and management. I: Industry requirements, state of the art, and gap analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(11), 04013016.
- Winch, G., & Kelsey, J. (2004). What do construction project planners do? *International Journal of Project Management*, 23, 141-149.
- Zanen, P., & Hartmann, T. (2010). *The Application of Construction Project Management Tools*. Twente: VISICO Center, University of Twente.